

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b).



REC'D 20 AUG 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 28 948.8

**Anmeldetag:**

27. Juni 2003

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zur Aufprallerkennung mittels Upfront-  
Sensorik und Vorrichtung zur Durchführung des  
Verfahrens

**IPC:**

B 60 R, G 01 P

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 13. Juli 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Stanschus**

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Verfahren zur Aufprallerkennung mittels Upfront-Sensorik und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

5

## STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren für die Upfront-Sensorik, und betrifft insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Aufprallerkennung eines sich nach einem Aufprall bewegenden Objekts, insbesondere eines Fahrzeugs, wobei Beschleunigungssignale, welche in unterschiedlichen Erfassungsachsen aufgenommen wurden, zur Aufprallklassifizierung herangezogen werden.

Rückhaltesystemen in der Automobilindustrie werden zur Aufprallerkennung ausgelagerte Sensoren eingesetzt. So ist in der DE 196 09 290 C2 beschrieben, für die Frontaufprallsensierung sogenannte ausgelagerte Upfront-Sensoren (UFS) zu verwenden, welche sich in der Deformationszone befinden, so dass in der frühen Aufprallphase (Crash-Phase) die Aufprallintensität bzw. Schwere eines Crashes erkannt werden kann, indem das Eindringverhalten einer Barriere in die Knautschzone des Fahrzeugs sensiert wird.

20

Ein wesentliches Problem bei einer Erkennung bzw. Klassifizierung eines Aufpralls besteht darin, dass die Upfront-Sensoren selbst aus der vorgesehenen Erkennungslage bzw. Erfassungsrichtung während des Aufpralls ausgelenkt werden, wodurch sich infolge einer geänderten Erfassungsrichtung auch eine entsprechende Erfassungsgenauigkeit reduziert.

25

zur Lösung des Problems ist vorgeschlagen worden, in einem Fusionskonzept angeordnete Sensoren zur Auslöseentscheidungen heranzuziehen. In nachteiliger Weise sind sämtliche Upfront-Sensoren jedoch so angeordnet, dass sie in der Fahrzeug-Längsachse – der x-Richtung – sensieren. Derartige Upfront-Sensoren sind in der Regel an dem Kühlerquerträger oder ähnlichen Einbauorten angebracht.

30

Es ist somit ein wesentlicher Nachteil vorhandener Vorrichtungen zur Aufprallsensorik, dass ein in Fahrzeug-Längsachse angeordneter Beschleunigungssensor bei einem Fahrzeugaufprall eine Richtungsänderung erfährt, so dass eine Messungenauigkeit hinsichtlich des erfassten Beschleunigungswerts auftreten kann.

35

Ein derartiges Wegdrehen des Sensors führt dazu, dass ein kleinerer oder größerer Teil einer wichtigen Information verloren geht. Dies führt zu dem weiteren Nachteil, dass einem nachfolgenden Auslöseal-

gorithmus für ein angeschlossenes Rückhaltesystem lediglich eine reduzierte Sensorinformation bereitgestellt werden kann.

- 5 Die Betriebsweise des nachfolgenden Rückhaltesystems basiert somit auf einer nicht korrekten Sensorinformation, was in nachteiliger Weise zu einer Fehlfunktion des gesamten Aufprallschutzsystems führen kann.

#### VORTEILE DER ERFINDUNG

- 10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Aufprallerkennung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 weist gegenüber dem bekannten Lösungsansatz den Vorteil auf, dass eine sichere Klassifizierung des Aufpralls auch dann gewährleistet ist, wenn eine Erfassungsrichtung der Sensoreinrichtung, welche zur Beschleunigungserfassung dient, während eines Aufpralls verändert wird.

- 15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ferner wird die Aufgabe durch ein im Patentanspruch 13 angegebenes Verfahren gelöst.

- 20 Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

- Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, Beschleunigungssignale unterschiedlicher Sensoreinrichtungen, welche in unterschiedlichen Erfassungsrichtungen empfindlich sind, miteinander zu kombinieren, derart, dass bei einer Änderung einer Erfassungsrichtung eines Sensors die Beschleunigungssignale weiterer Sensoren herangezogen werden können, um das durch die geänderte Erfassungsrichtung veränderte Sensorsignal des ersten Sensors zu korrigieren. Auf diese Weise besteht der Vorteil, dass ein von einer ersten Sensoreinrichtung bereitgestelltes erstes Beschleunigungssignal mittels weiterer Sensoreinrichtungen, welche weitere Beschleunigungssignale liefern, korrigiert werden kann, um ein korrigiertes erstes Beschleunigungssignal zu erhalten, mit welchem ein zuverlässiges Klassifizierungssignal zur Aufprallerkennung bereitgestellt werden kann.

- 30 Es ist somit ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, dass auch dann, wenn sich ein in Fahrzeug-Längsrichtung sensierender Upfront-Sensor während des Aufpralls aus seiner definierten Sensierrichtung wegdreht, eine im Auslösealgorithmus reduzierte Information nicht zu einer verspäteten Auslösung oder gar vollständigen Unterdrückung der Auslösung von Rückhaltemitteln bzw. Rückhaltesystemen eines Fahrzeugs führt.

In vorteilhafter Weise erkennt eine Auswerteeinheit den Zustand der reduzierten Information, so dass der Algorithmus durch Sensordatenfusion die vollständige Information wiedergewinnen kann.

5 Durch die erfindungsgemäße Sensoranordnung mit zusätzlichen Erfassungsachsen kann in zweckmäßiger Weise der Fall einer reduzierten Information erkannt und auf eine Rückfallebene umgeschaltet werden, wobei ein Auslöseverhalten ohne eine Information einer Upfront-Sensorik bestimmbar ist.

10 Weiterhin ist es vorteilhaft, dass ein in x-Richtung gemessenes Sensorsignal, welches durch das Wegdrehen in seiner Größe verfälscht ist, mittels in anderen Erfassungsachsen – y/z-Richtungen – gemessenen Signalen korrigierbar ist, wobei das korrigierte Signal schließlich von einem Auslösealgorithmus eines Rückhaltesystems in üblicher Weise ausgewertet werden kann.

15 Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die erfindungsgemäße Sensoreinrichtung zur Erkennung bestimmter Pralltypen bzw. Crash-Typen bzw. derartiger Situationen eingesetzt werden kann.

Somit ist es zweckmäßig, dass eine zuverlässige Basis zur Generierung einer Auslöseunterscheidung bereitgestellt wird.

20 Es sei darauf hingewiesen, dass sich der Ausdruck „Aufprall eines sich bewegenden Objekts“ auf eine Bewegungsänderung des Fahrzeugs aufgrund des Aufpralls bezieht, da sich das Fahrzeug vor dem Aufprall nicht selbst bewegt haben muss, d.h. es kann stehend von einem anderen Aufprallobjekt getroffen werden oder zwei (sich bewegende) Objekte können aufeinander aufprallen.

25 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist die erste und/oder mindestens eine zweite Sensoreinrichtung als ein Beschleunigungssensor ausgebildet.

30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Auswerteeinrichtung eine Rotationserfassungseinheit zur Bestimmung einer Drehung des sich bewegenden Objekts und zur Ausgabe eines von der Drehung abhängigen Rotationssignals auf.

35 In vorteilhafter Weise wird hiermit auch eine Auslenkung eines Upfront-Sensors aus einer ursprünglichen Erfassungsrichtung bzw. eine Drehung der Erfassungsrichtung erfassbar. Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Auswerteeinrichtung eine erste Aufprallstärke-Bestimmungseinheit zur Bestimmung einer Aufprallstärke in der Erfassungsrichtung, die mit der Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts übereinstimmt, und zur Ausgabe eines ersten Aufprallstärkesignals auf.

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Auswerteeinrichtung eine zweite Aufprallstärke-Bestimmungseinheit zur Bestimmung einer Aufprallstärke in einer Erfassungsrichtung, die in der Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts ist, und zur Ausgabe eines zweiten Aufprallstärkesignals auf.

5

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die ersten und zweiten Sensoreinrichtungen als eine einzige zweidimensionale Beschleunigungserfassungseinheit bereitgestellt.

10 In vorteilhafter Weise sind die ersten und zweiten Sensoreinrichtungen in ein Beschleunigungserfassungsmodul integriert.

15 Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die ersten und zweiten Sensoreinrichtungen als eine einzige dreidimensionale Beschleunigungserfassungseinheit bereitgestellt, wobei der Vorteil besteht, dass die ersten und mindestens zwei zweiten Sensoreinrichtungen in einem einzigen Beschleunigungserfassungsmodul integrierbar sind.

20 Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weisen die ersten und zweiten Sensoreinrichtungen aufeinander senkrecht stehende Erfassungsachsen auf. Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Beschleunigungserfassungsmodule zweifach ausgeführt und an dem sich bewegenden Objekt mit einem lateralen Abstand zueinander angeordnet.

25 Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Auswerteeinrichtung eine Berechnungseinheit zur Berechnung des Klassifizierungssignals in Abhängigkeit von dem Rotationssignal, das von der Rotationserfassungseinheit ausgegeben wird, und den ersten und zweiten Aufprallstärkesignalen, die von den ersten und zweiten Aufprallstärke-Bestimmungseinheiten ausgegeben werden, auf.

30 Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Auswerteeinrichtung eine Korrekturereinheit zur Korrektur des ersten Beschleunigungssignals, das von der ersten Sensoreinrichtung ausgegeben wird, mittels des mindestens einen zweiten Beschleunigungssignals, das von der mindestens einen zweiten Sensoreinrichtung ausgegeben wird, und zur Ausgabe eines korrigierten ersten Beschleunigungssignals auf.

35

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird mittels der ersten und zweiten Sensoreinrichtungen eine zwei- bzw. dreidimensionale Beschleunigungserfassung bereitgestellt.

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird das erste Beschleunigungssignal mittels des mindestens einen zweiten Beschleunigungssignals in der Korrektureinheit, die in der Auswerteeinrichtung eingeschlossen ist, korrigiert, wobei ein korrigiertes erstes Beschleunigungssignal aus der Korrektureinheit ausgegeben wird.

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird die Drehung eines sich bewegenden Objekts in der Rotationserfassungseinheit, die in der Auswerteeinrichtung eingeschlossen ist, derart bestimmt, dass die Beschleunigungssignale der einzelnen Erfassungsrichtungen aufkumuliert, d.h. geometrisch aufaddiert, werden.

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird auf eine Rückfallebene umgeschaltet, wenn eine durch die mindestens eine zweite Sensoreinrichtung erfasste Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung, die unterschiedlich zu der Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts ist, einen vorbestimmten Anteil der von der ersten Sensoreinrichtung erfassten Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung, die mit der Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts übereinstimmt, übersteigt.

## ZEICHNUNGEN

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigen:

1 ein Blockbild zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Erkennen eines Aufpralls eines sich bewegenden Objekts gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Blockbild eines weiteren Verfahrens zum Erkennen eines Aufpralls eines sich bewegenden Objekts gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 beispielhaft ein Wegdrehen eines Upfront-Sensorsystems um eine y-Achse und eine entsprechende Messwertkorrektur; und

Fig. 4 beispielhaft ein Wegdrehen eines Upfront-Sensorsystems um eine z-Achse und Sensorwegverläufe für zweifach ausgeführte Sensoreinrichtungen, die an einem sich bewegenden Objekt mit einem lateralen Abstand angebracht sind.

## 5 BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten oder Schritte.

10 Das in Fig. 1 gezeigte Blockbild veranschaulicht ein Verfahren zum Erkennen eines Aufpralls eines sich bewegenden Objekts 100, insbesondere eines Fahrzeugs, gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

15 Die Auswerteeinrichtung 301 gemäß der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst als wesentliche Komponenten eine Rotationserfassungseinheit 303, eine erste Aufprallstärke-Bestimmungseinheit 304, eine zweite Aufprallstärke-Bestimmungseinheit 305, eine Berechnungseinheit 307 und eine Ausgabeeinrichtung 302. Der Rotationserfassungseinheit 303 werden die beiden zweiten Beschleunigungssignale 202a und 202b zugeführt. Weiterhin werden der Rotationserfassungseinheit und der ersten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit die Signale der ersten Sensoreinrichtung 101, insbesondere  
20 das erste Beschleunigungssignal 201 zugeführt.

Ein zentrales Beschleunigungssignal 204 wird der zweiten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit 305 von einer zentralen Sensoreinrichtung (nicht gezeigt) zugeführt.

25 In der ersten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit 304 wird aus dem ersten Beschleunigungssignal 201 der ersten Sensoreinrichtung 101 ein erstes Aufprallstärkesignal 206 bestimmt, indem das Signal der ersten Sensoreinrichtung 101 in einer Erfassungsrichtung, die mit einer Bewegungsrichtung x (siehe untenstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4) des sich bewegenden Objekts 100 übereinstimmt, zugeführt und verarbeitet wird.

30 Die Ableitung von Beschleunigungssignalen aus herkömmlich verfügbaren Sensoreinrichtungen zur Messung einer Beschleunigung ist dem Fachmann bekannt.

35 Während die erste Sensoreinrichtung 101 ein erstes Beschleunigungssignal 201 in Abhängigkeit von einer Beschleunigung in x-Richtung (= Richtung der Fahrzeug-Längsachse) ausgibt, sind die zweiten Sensoreinrichtungen 102a und 102b so angeordnet, dass diese eine Erfassungsrichtung y (= Richtung der Fahrzeug-Querachse) und z (= Richtung der Fahrzeug-Hochachse) aufweisen, die unterschiedlich zu der Richtung x des sich bewegenden Objekts 100 ist.

In der Rotationserfassungseinheit 303 wird eine Drehung des Sensors um die y-Achse – im Allgemeinen auch des sich bewegenden Objekts 100 – dadurch erfasst, dass Sensorsignale beispielsweise in x-Richtung und z-Richtung vektoriell addiert werden gemäß der Beziehung

$$x_{\text{wirk}} = (x_{\text{mess}}^2 + z_{\text{mess}}^2)^{1/2},$$

bzw. einer Drehung um die z-Achse gemäß der folgenden Beziehung

$$x_{\text{wirk}} = (x_{\text{mess}}^2 + y_{\text{mess}}^2)^{1/2}.$$

Die geometrischen Verhältnisse bei einer Drehung des Sensors um die y-Achse werden untenstehend unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben werden, während eine Drehung um die z-Achse untenstehend unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben werden wird. Somit werden der Rotationserfassungseinheit 303 Beschleunigungssignale zugeführt, welche aus unterschiedlichen Erfassungsrichtungen – Sensierrichtungen – erhalten wurden.

Das von der Rotationserfassungseinheit 303 ausgegebene Rotationssignal 205 wird nun in der Berechnungseinheit 307 analysiert. In der Berechnungseinheit kann vorbestimmt werden, wann das System auf eine Rückfallebene umschaltet. Diese Rückfallebene kann beispielsweise diejenige Ebene sein, die bereitgestellt wird, wenn an einem Upfront-Sensor ein Defekt festgestellt wird.

Die Berechnungseinheit stellt somit eine Betriebsweise bereit, in welcher dann auf eine Rückfallebene umgeschaltet wird, wenn eine durch die mindestens eine zweite Sensoreinrichtung 102a, 102b erfasste Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung y, z, die unterschiedlich zu der Längsachse x des sich bewegenden Objekts 100 ist, einen vorbestimmten Anteil der von der ersten Sensoreinrichtung 101 erfassten Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung, die mit der Längsachse x des sich bewegenden Objekts übereinstimmt, übersteigt. Um diese Berechnung durchzuführen, werden der Berechnungseinheit 307 weiterhin die Ausgangssignale der ersten und zweiten Aufprallstärke-Bestimmungseinheiten 304 bzw. 305 zugeführt.

Das Ausgangssignal der ersten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit 304 wird der Berechnungseinheit 307 als ein erstes Aufprallstärkesignal 206 zugeführt, welches eine Aufprallstärke in x-Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts 100 widerspiegelt, d.h. in der Erfassungsrichtung x. Dieses erste Aufprallstärkesignal 206 ist somit abhängig von dem von der ersten Sensoreinrichtung 101 ausgegebenen ersten Beschleunigungssignal 201.



- Weiterhin ist eine zentrale Aufprallsensierung bereitgestellt (Sensoreinrichtung nicht gezeigt), welche eine Aufprallstärke zentral erfasst, wobei ein zweites Aufprallstärkesignal 207 aus der zweiten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit 305 ausgegeben wird. Durch die der Berechnungseinheit 307 zugeführten Signale, d.h. durch die Zuführung des Rotationssignals 205, des ersten Aufprallstärkesignals 206 und des zweiten Aufprallstärkesignals 207 ist nun eine ausreichende Information vorhanden, um bei einer entsprechenden Anordnung der ersten und zweiten Sensoreinrichtungen 101, 102a und 102b zweidimensionale und/oder dreidimensionale Erfassungen der Beschleunigungsrichtung bereitzustellen.
- 10 Somit ist es weiterhin möglich, eine Aufprallstärke richtungsabhängig zu erfassen. Dies ermöglicht es weiterhin in vorteilhafter Weise, dass eine reduzierte Information, welche zu einer verspäteten Auslösung oder gar kompletten Unterdrückung einer Auslösung von Rückhaltesystemen führen kann, vermieden wird.
- 15 Die Rotationserkennung bzw. -berechnung kann beispielsweise so ausgeführt sein, dass gerichtete oder absolute Signalkomponenten, die in den einzelnen Raumrichtungen erfasst werden, aufkumuliert werden, so dass die Beschleunigungssignale 201, 202a, 202b der einzelnen Erfassungsrichtungen x, y, z vektoriell aufsummiert werden.
- 20 Auf diese Weise wird es möglich, die aus zusätzlichen Erfassungsrichtungen bekannten Beschleunigungssignale zur Bereitstellung der folgenden Prozeduren heranzuziehen:
- (i) Erkennung einer reduzierten Information und Umschaltung auf eine Rückfallebene, d.h. eine Ebene, welche auch bei einem Defekt eines Upfront-Sensors verwendet wird, so dass das Auslöseverhalten ohne die Information der Upfront-Sensorik bestimmbar ist,
- 25 Korrigieren des in x-Richtung gemessenen Beschleunigungssignals, welches durch das Wegdrehen in seiner Größe verfälscht ist, mittels der gemessenen Signale aus den y/z-Richtungen und Zuführen des korrigierten Signals zu der Berechnungseinheit 307, und
- 30 (iii) Bestimmung und Erkennung von Aufpralltypen bzw. Crash-Typen, um weiterhin vorteilhaft eine Auslöseentscheidung zu generieren.
- Durch eine Aufkumulierung, wie obenstehend beschrieben, kann bestimmt werden, ob sich eine
- 35 Sensoreinrichtung über ein zulässiges Maß hinaus aus einer definierten Erfassungsrichtung, beispielsweise der x-Bewegungsrichtung, herausgedreht hat.

Es ist somit in der Berechnungseinheit 307 möglich, die genaue Situation eines Aufpralls an Hand von Beschleunigungssignalen in mehrfachen Raumrichtungen zu erkennen. In vorteilhafter Weise werden drei Sensoreinrichtungen 101, 102a, 102b herangezogen, deren Erfassungsachsen x, y bzw. z aufeinander senkrecht stehen. Somit wird eine dreidimensionale Erfassung des Beschleunigungsvektors während eines Fahrzeugaufpralls möglich. Diese dreidimensionale Erfassung des Beschleunigungsvektors bietet die Grundlage zur Angabe eines Aufpralltyps bzw. Crash-Typs.

Der Aufpralltyp wird somit an Hand der Richtung und Größe des Beschleunigungssignals bestimmbar. Dieser Aufpralltyp wird in Form eines Klassifizierungssignals 203 aus der Berechnungseinheit 307 ausgegeben und der Ausgabeeinrichtung 302 zugeführt. Das aus der Ausgabeeinrichtung 302 ausgegebene Klassifizierungssignal dient nun weiteren Steuerungszwecken, beispielsweise einer präzisen Auslösung eines Rückhaltesystems eines Fahrzeugs.

Fig. 2 zeigt zusätzlich eine in der Auswerteeinrichtung 301 enthaltene Korrektureinheit 306, welche in der Lage ist, ein korrigiertes erstes Beschleunigungssignal 208 auszugeben. Die übrigen Komponenten und Signale entsprechen den in Fig. 1 gezeigten und werden hier, um eine überlappende Beschreibung zu vermeiden, nicht näher erläutert.

Wie in Fig. 2 gezeigt, werden der Korrektureinheit 306 sowohl das erste Beschleunigungssignal 201, welches durch die erste Sensoreinrichtung 101 bereitgestellt wird, als auch mindestens ein zweites Beschleunigungssignal 201a, 201b, welches durch die mindestens eine zweite Sensoreinrichtung 102a, 102b bereitgestellt wird, zugeführt.

Durch eine Erfassung einer Beschleunigung in einer Richtung, welche von der Erfassungsrichtung der ersten Sensoreinrichtung 101 unterschieden ist, wird es somit möglich, das von der ersten Sensoreinrichtung 101 bereitgestellte erste Beschleunigungssignal 201 zu korrigieren.

Die Korrektur bei einer Drehung des Sensors um die y-Achse (siehe Fig. 3) wird durch die folgende Gleichung beschrieben

$$x_{\text{wirk}} = (x_{\text{mess}}^2 + z_{\text{mess}}^2)^{1/2},$$

während eine Drehung um eine z-Achse (siehe Fig. 4) durch die folgende Gleichung beschrieben wird

$$x_{\text{wirk}} = (x_{\text{mess}}^2 + y_{\text{mess}}^2)^{1/2}.$$

Somit ist es möglich, eine wirksame Größe des Beschleunigungssignal der ersten Sensoreinrichtung, die in der Regel als ein Upfront-Sensor ausgebildet ist, und in den obigen Beziehungen als  $x_{\text{wirk}}$

bezeichnet wird, aus den gemessenen Beschleunigungen  $x_{\text{mess}}$  in x-Richtung und  $z_{\text{mess}}$  in z-Richtung bzw.  $y_{\text{mess}}$  in y-Richtung zu bestimmen.

Fig. 3 veranschaulicht ein Beispiel eines in der Korrekturereinheit 306 ausführbaren Verfahrens zur Korrektur einer Drehung um die y-Achse, welche in diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einer Fahrzeugquerachse entspricht. Eine Drehung des Sensors um die y-Achse wird beispielsweise hervorgerufen durch ein Wegdrehen der Aufhängung des Upfront-Sensors bei einer LKW-Unterfahrt. Der erste Auslenkwinkel  $\alpha$ , bezeichnet durch ein Bezugszeichen 401, kann dabei unterschiedliche Werte annehmen:

$\alpha \approx 0$ : durchgängige hohe Barriere wie eine starre Wand,

$\alpha > 0$ : hochgesetzte Barriere z.B. LKW-Unterfahrt; und

$\alpha < 0$ : niedrige Barriere wie beispielsweise ein Sportwagen etc.

Hierbei wird angenommen, dass der Upfront-Sensor 403 auf einem starren Halteelement 402 angebracht ist, welches sich bei einem Aufprall um den Winkel  $\alpha$  401 aus der x-Richtung wegdreht.

Die Wirkungsrichtungen  $x_{\text{mess}}$ ,  $z_{\text{mess}}$ , welche die wirksame Beschleunigung in x-Richtung,  $x_{\text{wirk}}$  ergeben, sind in Fig. 3 ebenfalls angegeben.

Fig. 4 zeigt schließlich eine Anordnung, in welcher ein erster Upfront-Sensor 403a und ein zweiter Upfront-Sensor 403b auf einem gemeinsamen Halteelement 402 angeordnet sind. In dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel ist der Fall einer Drehung um die Hochachse (z-Richtung) des sich bewegenden Objekts (Fahrzeugs) dargestellt.

Ebenfalls sind Größen abgeleitet, welche in einem Auslösealgorithmus wie oben beschrieben vorteilhaft eingesetzt werden können. Hierbei legen die beiden Upfront-Sensoren 403a bzw. 403b bei der gezeigten Auslenkung um einen zweiten Auslenkwinkel  $\beta$ , 505 unterschiedliche Wege zurück, die gemäß der folgenden Beziehungen berechenbar sind. So gilt für den ersten Upfront-Sensor 403a

$$\bar{s}_1 = \int \bar{u}_1(t) dt \quad (1),$$

während der zurückgelegte Weg des zweiten Upfront-Sensors 403b durch die folgende Beziehung gegeben ist:

$$\bar{s}_2 = \int \bar{u}_2(t) dt$$

In den obigen Gleichungen (1) und (2) berechnen sich die Größen  $u_1$  bzw.  $u_2$  durch die folgende Beziehung

$$5 \quad \bar{u}_i = \bar{d}_{ix} + \bar{d}_{iy} + \bar{d}_{iz}$$

wobei für den Index  $i$  gilt  $i = 1, 2$ .

Die Gesamtbewegung, die das Fahrzeug bei einer Abbremsung bzw. einem Aufprall zurücklegt, ergibt sich durch die folgende Beziehung

$$10 \quad \bar{s}_{ECU} = \int \bar{u}_{ECU} dt$$

welcher die relativen Eindringungen berechenbar sind.

Somit ergibt sich für eine relative Eindringung von vorne links ein Wert von  $s_{1x}-s_{ECU}$ , für eine relative Eindringung von vorne rechts  $s_{2x}-s_{ECU}$ , während sich für eine relative Eindringung von der Seite links ergibt  $s_{1y}-s_{2y}$  und eine relative Eindringung von der Seite rechts  $s_{2y}-s_{1y}$ .

20 Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Aufprallerkennung ist ein rechtzeitiges Umschalten auf eine Rückfallebene möglich, falls ein Anteil von  $y_{mess}$  bezüglich  $x_{mess}$  einen vorbestimmten Wert überschreitet.

Eine Verwendung der relativen Eindringung (bzw. des Winkels  $\beta$ , d.h. des zweiten Auslenkwinkels 505) ermöglicht eine Aufprall-Klassifizierung hinsichtlich einer Erkennung eines Offset-Crashes  
25 durch eine relative Eindringung vorne  $|links-rechts| \gg 0$ , eine Erkennung 100 % Überdeckung durch relative Eindringung  $|links-rechts| \approx 0$  und eine Erkennung eines Winkels durch relative Eindringung Seite  $|links-rechts| \gg 0$ .

30 Somit ermöglichen es die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren, Crash-Typen zuverlässig zu erkennen und einen Auslösemechanismus eines Rückhaltesystems entsprechend der erkannten Crash-Typen zu steuern.

In dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel einer Drehung um die z-Achse legen die beiden Upfront-Sensoren 403a, 403b unterschiedliche Wege zurück, wodurch der Winkel  $\beta$ , d.h. der zweite Auslenkwinkel 505  
35 bestimmbar ist. Hierzu muss der laterale Sensorabstand  $D$ , in welchem die ersten und zweiten Upfront-Sensoren 403a und 403b auf dem Halteelement 402 angebracht sind, bekannt sein.

Die gestrichelten Linien in Fig. 4 bezeichnen jeweils die von den entsprechenden Upfront-Sensoren zurückgelegten Sensorwegverläufe 503 bzw. 504, d.h. der erste Upfront-Sensor 403a legt den ersten Sensorweg 501 zurück, während der zweite Upfront-Sensor 403b den zweiten Sensorweg 502 zurücklegt.

5

Der gesamte Sensorwegverlauf für die beiden Upfront-Sensoren ist durch die gestrichelte Linie in Fig. 4 dargestellt, d.h. ein erster Sensorwegverlauf 503 betreffend den ersten Upfront-Sensor 403a und ein zweiter Sensorwegverlauf 504 betreffend den zweiten Upfront-Sensor 403b.

10 Somit ist es möglich, eine zuverlässige Aufpralltyp-Erkennung auch dann durchzuführen, wenn sich während eines Aufpralls das Halteelement 402 aus seiner ursprünglich vorgesehenen Lage beispielsweise um die z-Achse in die bei dem Bezugszeichen 402' dargestellte Lage dreht.

15 Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Auch ist die Erfindung nicht auf die genannten Anwendungsmöglichkeiten beschränkt.

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Verfahren zur Aufprallerkennung mittels Upfront-Sensorik und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Aufprallerkennung eines sich bewegenden Objekts (100), insbesondere eines Fahrzeugs, mit:

10

a) einer ersten Sensoreinrichtung (101) zur Erfassung einer Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung, die mit der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) übereinstimmt, und zur Ausgabe eines ersten von der Beschleunigung abhängigen Beschleunigungssignals (201);

15

b) einer Auswerteeinrichtung (301) zur Auswertung des ersten Beschleunigungssignals (201) derart, dass eine Klassifizierung eines Aufpralls mittels eines Klassifizierungssignals (203) bereitgestellt wird;

20

c) einer Ausgabeeinrichtung (302) zur Ausgabe des Klassifizierungssignals (203) an externe Steuerungseinrichtungen,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

25

die Vorrichtung zur Aufprallerkennung weiter aufweist:

30

mindestens eine zweite Sensoreinrichtung (102a, 102b) zur Erfassung einer Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung (y, z), die unterschiedlich zu der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) ist, und zur Ausgabe mindestens eines zweiten, von der Beschleunigung abhängigen Beschleunigungssignals (202a, 202b);

35

e) wobei in der Auswerteeinrichtung (301) zur Auswertung des ersten Beschleunigungssignals (201) das mindestens eine zweite, von der Beschleunigung abhängige zweite Beschleunigungssignal (202a, 202b) zur Auswertung derart herangezogen wird, dass eine Klassifizierung eines Aufpralls durch das Klassifizierungssignal (203) in Abhängigkeit von Beschleunigungen in mindestens zwei Bewegungsrichtungen (x, y, z) bereitgestellt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die erste Sensoreinrichtung (101) als ein Beschleunigungssensor ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

5 dass die Auswerteeinrichtung (301) eine Rotationserfassungseinheit (303) zur Bestimmung einer Drehung des sich bewegenden Objekts (100) und zur Ausgabe eines von der Drehung abhängigen Rotationssignals (205) aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Auswerteeinrichtung (301) eine erste Aufprallstärke-Bestimmungseinheit (304) zur Bestimmung einer Aufprallstärke in der Erfassungsrichtung, die mit der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) übereinstimmt, und zur Ausgabe eines ersten Aufprallstärkesignals (206) aufweist.

15

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 dass die Auswerteeinrichtung (301) eine zweite Aufprallstärke-Bestimmungseinheit (305) zur Bestimmung einer Aufprallstärke in einer Erfassungsrichtung, die in der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) ist, und zur Ausgabe eines zweiten Aufprallstärkesignals (207) aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25 dass die mindestens eine zweite Sensoreinrichtung (102a, 102b) als ein Beschleunigungssensor ausgebildet ist.

Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

30 dass die ersten (101) und zweiten Sensoreinrichtungen (102a, 102b) als eine einzige zweidimensionale Beschleunigungserfassungseinheit bereitgestellt sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

35 dass die ersten (101) und zweiten Sensoreinrichtungen (102a, 102b) als eine einzige dreidimensionale Beschleunigungserfassungseinheit bereitgestellt sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die ersten (101) und zweiten Sensoreinrichtungen (102a, 102b) aufeinander senkrecht stehende Erfassungsachsen (x, y, z) aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die ersten Sensoreinrichtungen (101) zweifach ausgeführt sind und an dem sich bewegenden Objekt mit einem lateralen Abstand (D) zueinander angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3, 4 und 5,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Auswerteeinrichtung (301) eine Berechnungseinheit (307) zur Berechnung des Klassifizierungssignals (203) in Abhängigkeit von dem Rotationssignal (205) und den ersten (206) und zweiten (207) Aufprallstärke signalen aufweist.

15 12. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Auswerteeinrichtung (301) eine Korrekturereinheit (306) zur Korrektur des ersten Beschleunigungssignals (201) mittels des mindestens einen zweiten Beschleunigungssignals (202a, 202b) und zur Ausgabe eines korrigierten ersten Beschleunigungssignals (208) aufweist.

20

13. Verfahren zum Erkennen eines Aufpralls eines sich bewegenden Objekts (100), insbesondere eines Fahrzeugs, mit den Schritten:

25 a) Erfassen einer Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung (x), die mit der Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts (100) übereinstimmt, mit einer ersten Sensoreinrichtung (101), und Ausgeben eines ersten, von der Beschleunigung abhängigen Beschleunigungssignals (201) aus der Sensoreinrichtung (101);

30 b) Auswerten des ersten Beschleunigungssignals (201) in einer Auswerteeinrichtung (301) derart, dass eine Klassifizierung eines Aufpralls mittels eines Klassifizierungssignals (203) bereitgestellt wird;

c) Ausgeben des Klassifizierungssignals (203) an externe Steuerungseinrichtungen mittels einer Ausgabeeinrichtung (302),

35

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass



d) eine Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung (y, z), die unterschiedlich zu der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) ist, mittels mindestens einer Sensoreinrichtung (102a, 102b) erfasst wird und als mindestens ein zweites, von der Beschleunigung abhängiges Beschleunigungssignal (202a, 202b) ausgegeben wird;

e) wobei in der Auswerteeinrichtung (301) zur Auswertung des ersten Beschleunigungssignals (201) das mindestens eine zweite, von der Beschleunigung abhängige Beschleunigungssignal (202a, 202b) zur Auswertung derart herangezogen wird, dass eine Klassifizierung eines Aufpralls durch das Klassifizierungssignal (203) in Abhängigkeit von Beschleunigungen in zwei Bewegungsrichtungen (x, y) oder in drei Bewegungsrichtungen (x,y,z) bereitgestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine Drehung des sich bewegenden Objekts (100) in einer Rotationserfassungseinheit (303), die in der Auswerteeinrichtung (301) eingeschlossen ist, bestimmt wird, wobei ein von der Drehung des sich bewegenden Objekts abhängiges Rotationssignal (205) aus der Rotationserfassungseinheit ausgegeben wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine Aufprallstärke in der Erfassungsrichtung, die mit der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) übereinstimmt, mittels einer ersten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit (304), die in der Auswerteeinrichtung (301) eingeschlossen ist, bestimmt wird, wobei ein erstes Aufprallstärkesignal (206) aus der ersten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit (304) ausgegeben wird.

Verfahren nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine Aufprallstärke in einer Erfassungsrichtung, die in der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) ist, mittels einer zweiten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit (305), die in der Auswerteeinrichtung (301) eingeschlossen ist, bestimmt wird, wobei ein zweites Aufprallstärkesignal (207) aus der zweiten Aufprallstärke-Bestimmungseinheit (305) ausgegeben wird.

17. Verfahren nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das Klassifizierungssignal (203) in einer Berechnungseinheit (307), die in der Auswerteeinrichtung (301) eingeschlossen ist, in Abhängigkeit von dem Rotationssignal (205), und den ersten (206) und zweiten (207) Aufprallstärkesignalen berechnet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das erste Beschleunigungssignal (201) mittels des mindestens einen zweiten Beschleunigungssignals (202a, 202b) in einer Korrektureinheit (306), die in der Auswerteeinrichtung (301) eingeschlossen ist, korrigiert wird, wobei ein korrigiertes erstes Beschleunigungssignal (208) aus der Korrektureinheit (306) ausgegeben wird.

19. Verfahren nach Anspruch 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Drehung des sich bewegenden Objekts (100) in der Rotationserfassungseinheit (303), die in der Auswerteeinrichtung (301) eingeschlossen ist, derart bestimmt wird, dass die Beschleunigungssignale (201, 202a, 202b) der einzelnen Erfassungsrichtungen (x, y, z) aufkumuliert werden.

Verfahren nach Anspruch 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass auf eine Rückfallebene umgeschaltet wird, wenn eine durch die mindestens eine zweite Sensoreinrichtung (102a, 102b) erfasste Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung (y, z), die unterschiedlich zu der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) ist, einen vorbestimmten Anteil der von der ersten Sensoreinrichtung (101) erfassten Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung, die mit der Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) übereinstimmt, übersteigt.

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Verfahren zur Aufprallerkennung mittels Upfront-Sensorik und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

5

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung schafft eine Vorrichtung zur Aufprallerkennung eines sich bewegenden Objekts (100), insbesondere eines Fahrzeugs, mit einer ersten Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Beschleunigung in einer Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100), einer Auswerteeinrichtung (301) zur Auswertung des ersten Beschleunigungssignals (201) und mindestens einer zweiten Sensoreinrichtung (102a, 102b) zur Erfassung einer Beschleunigung in einer Erfassungsrichtung (y, z), die unterschiedlich zur Bewegungsrichtung (x) des sich bewegenden Objekts (100) ist, wobei eine Klassifizierung eines Aufpralls mittels eines Klassifizierungssignals (203) in Abhängigkeit von Beschleunigungen in mindestens zwei Bewegungsrichtungen (x,y) oder drei Beschleunigungsrichtungen (x, y, z) bereitgestellt wird.

Figur 3

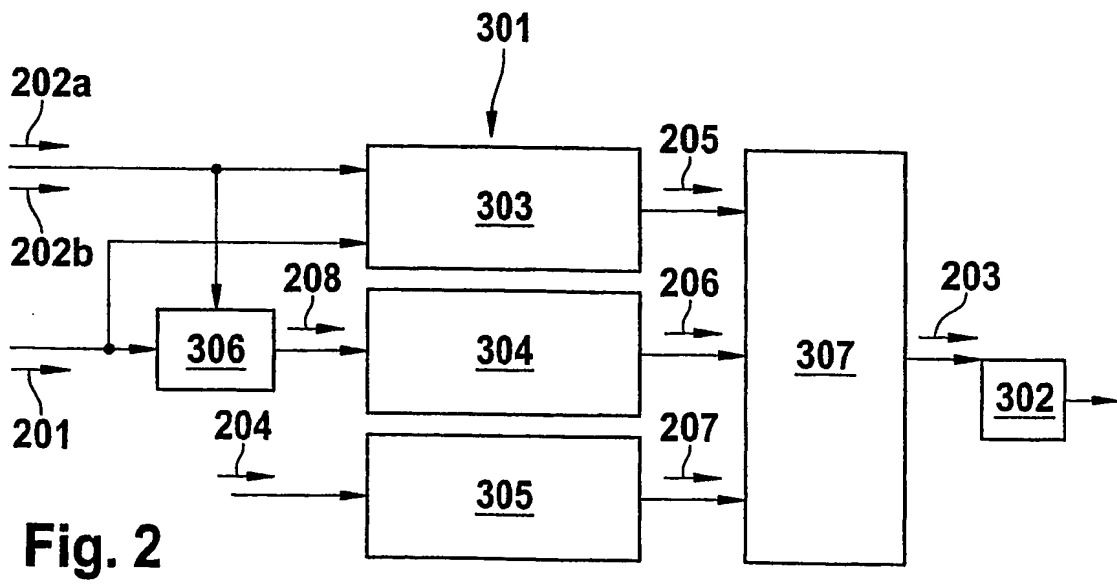
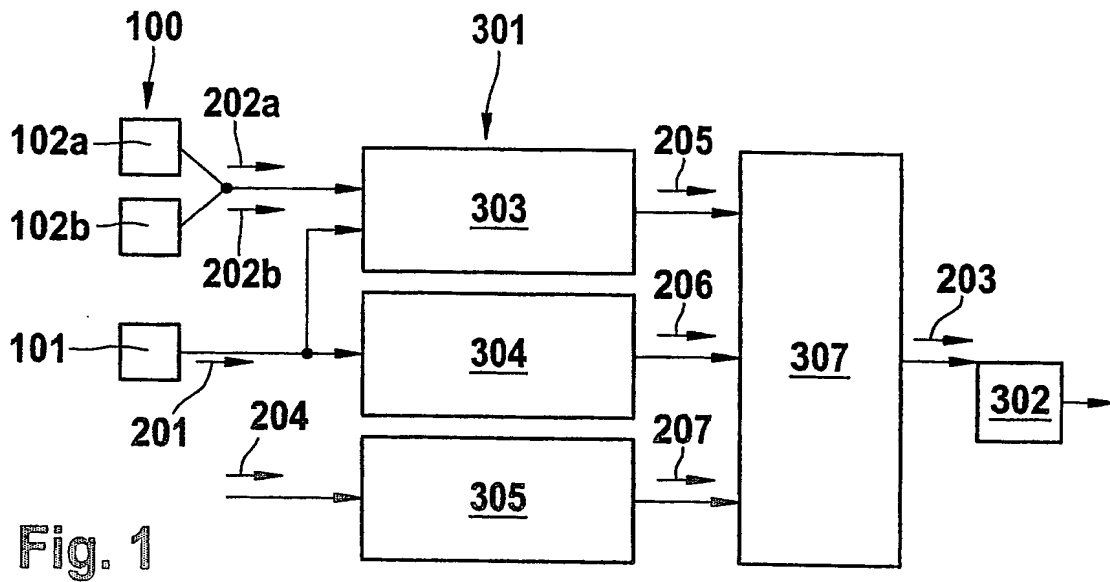


Fig. 3

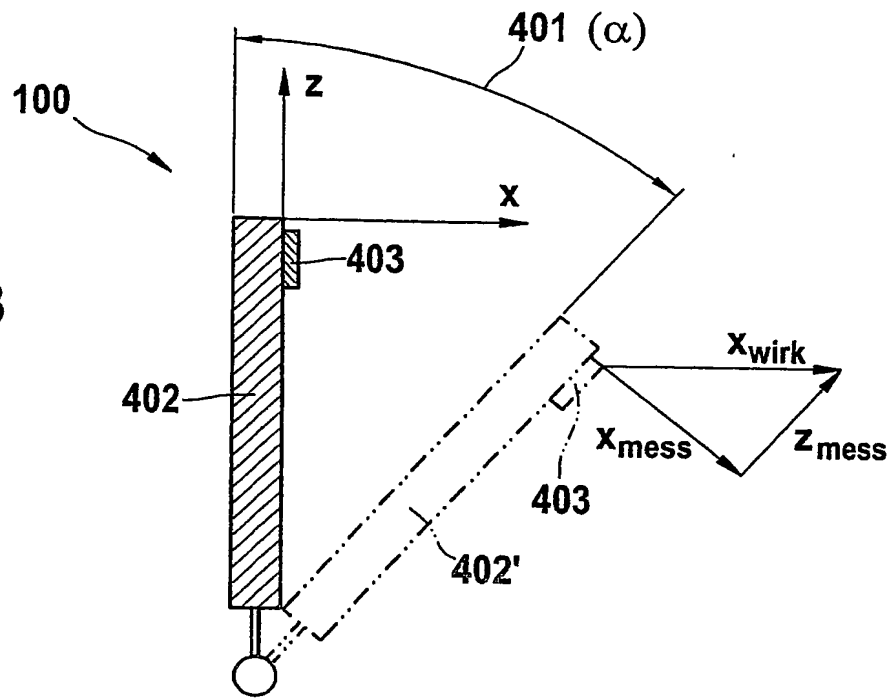


Fig. 4

